

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-29594

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

Jc896 U.S. PTO
09/649962
08/29/00

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 F 9/16	5 2 1 A	Z A B		
9/30	5 1 5 A	5 7 1 A		
9/36	5 1 1 P			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-161787

(22) 出願日 平成6年(1994)7月14日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 松田 将省

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72) 発明者 西 高志

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72) 発明者 野下 健司

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射性廃棄物の固化処理方法

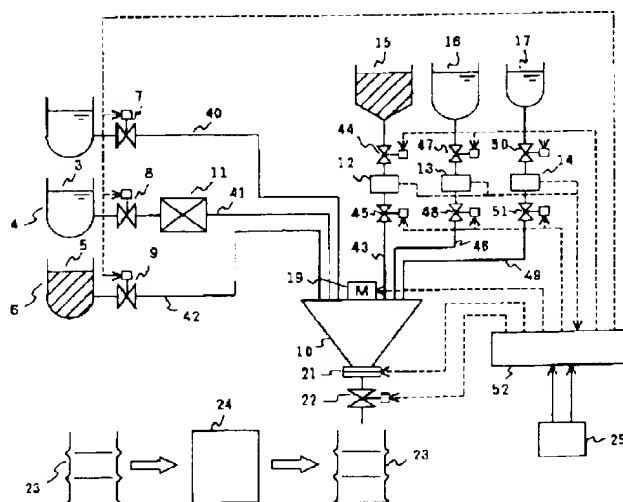
(57) 【要約】

【目的】多種多様な放射性廃棄物を単一の設備で固化処理することにより、処理コストの低減と信頼性の向上を同時に達成する。

【構成】濃縮廃液1、廃樹脂3などは水硬性固化材により混練機10内で混練し、得られた混練物をドラム缶23に充填する。また、雑固体は予めドラム缶23に充填し、混練機10で作成した水硬性固化材ペーストを用いてドラム缶内の隙間部分に注入する。この時、水硬性固化材により作成する混練物またはペーストの流動性は、流動化剤供給タンク17内の流動化剤の供給量を制御することで調整する。

【効果】固化処理コストを低減できるのみならず、運転員の負荷軽減が可能となる。また、健全な固化体を安定して作成することができる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも水硬性固化材、水及び放射性廃棄物の 3 つの物質を混練機内で混練して得られた第 1 混練物を固化容器内に注入し、放射性廃棄物を除く少なくとも水硬性固化材及び水の 2 つの物質を前記混練機内で混練して得られた第 2 混練物を予め放射性廃棄物が充填された固化容器内に注入することを特徴とする放射性廃棄物の固化処理方法。

【請求項 2】 前記第 1 混練物に含まれる前記放射性廃棄物は少なくとも濃縮廃液、廃イオン交換樹脂、焼却灰、前記濃縮廃液の粉体及びペレット、及び細断した雑固体のうちの 1 つが含まれ、かつ前記第 2 混練物を注入する前記固化容器内に充填された前記放射性廃棄物は少なくとも不燃性雑固体及びペレットのうちの 1 つが含まれる請求項 1 の放射性廃棄物の固化処理方法。

【請求項 3】 前記混練機によって得られた前記第 2 混練物の流動性は、前記混練機によって得られた前記第 1 混練物のそれよりも高い請求項 1 の放射性廃棄物の固化処理方法。

【請求項 4】 前記混練機によって得られた前記第 2 混練物は流動化剤を含んでおり、前記混練機によって得られた前記第 1 混練物は前記第 2 混練物に含まれる前記流動化剤よりも少ない量の流動化剤を含んでいる請求項 1 の放射性廃棄物の固化処理方法。

【請求項 5】 前記混練機によって得られた前記第 2 混練物は流動化剤を含んでおり、前記混練機によって得られた前記第 1 混練物は流動化剤を含んでいない請求項 1 の放射性廃棄物の固化処理方法。

【請求項 6】 前記流動化剤は、無機流動化剤または界面活性剤系の流動化剤である請求項 4 または 5 の放射性廃棄物の固化処理方法。

【請求項 7】 前記混練機内の前記第 1 または第 2 混練物を前記固化容器に充填するに際し、前記固化容器内に注入された混練物の液面を検出し、この液面が所定値になったときの前記固化容器の重量を検出し、検出された重量に基づいて前記混練機内に残留している前記混練物の量を求める請求項 1、2、3、4 または 5 の放射性廃棄物の固化処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、放射性廃棄物の固化処理方法に係り、特に、原子力発電所等の原子力関連施設から発生する多種多様な放射性廃棄物を単一の設備でもかも安全に固化処理するのに好適な放射性廃棄物の固化処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 原子力発電所からは、濃縮廃液、廃イオン交換樹脂などのいわゆるスラッジ、可燃性雑固体、不燃性雑固体など多種多様な放射性廃棄物が発生する。これらの放射性廃棄物は各々の物性に応じて最適な方法で

固化処理されている。例えば、濃縮廃液及びスラッジの処理については、これらをセメントと混合して固化する方法（特公昭 63-52359 号公報、特開昭 63-289500 号公報）、いったん放射性廃棄物を乾燥粉体化してペレットにした後に固化処理する方法（特許第 1174650 号）などが知られている。また、可燃性雑固体については焼却した後に得られた焼却灰を溶融して固化する方法（特公平 4-50558 号公報）、不燃性雑固体については高圧でプレスして減容した後にプレス塊の間にセメントを注入して固化処理する方法（特開平 4-110799 号公報）などが知られている。このような放射性廃棄物の処理方法の採用は、放射性廃棄物の減容を図れるのみでなく、長期耐久性に優れた安定な固化体を得ることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、原子力発電所から発生する放射性廃棄物は、その性状に応じて各々適切に固化処理されている。しかし、これらの固化処理の実施に当っては、放射性廃棄物に応じた様々な設備を必要とする。このため、処理される複数の放射性廃棄物に応じてそれぞれの固化処理装置を原子力発電所に設置するためには、それに対応した広い設置場所が必要となる。

【0004】 本発明の目的は、占有する設置面積を減り得る放射性廃棄物の固化処理方法を提供することにある。

【0005】 本発明の他の目的は、均一な固化体を得ることができる放射性廃棄物の固化処理方法を提供することにある。

【0006】 本発明の他の目的は、均一な固化体を得るための第 1 及び第 2 混練物の流動性の調整が容易な放射性廃棄物の固化処理方法を提供することにある。

【0007】 本発明の他の目的は、固化処理に伴って発生する二次放射性廃棄物の量を低減できる放射性廃棄物の固化処理方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の目的を達成する請求項 1 の発明の特徴は、少なくとも水硬性固化材、水及び放射性廃棄物の 3 つの物質を混練機内で混練して得られた第 1 混練物を固化容器内に注入し、放射性廃棄物を除く少なくとも水硬性固化材及び水の 2 つの物質を前記混練機内で混練して得られた第 2 混練物を予め放射性廃棄物が充填された固化容器内に注入することにある。

【0009】 本発明の他の目的を達成する請求項 3 の発明の特徴は、前記混練機によって得られた前記第 2 混練物の流動性は、前記混練機によって得られた前記第 1 混練物のそれよりも高いことにある。

【0010】 本発明の他の目的を達成する請求項 4 の発明の特徴は、前記混練機によって得られた前記第 2 混練物は流動化剤を含んでおり、前記混練機によって得られた前記第 1 混練物は前記第 2 混練物に含まれる前記流動

化剤より少ない量の流動化剤を含んでいることにある。

【0011】本発明の他の目的を達成する請求項5の発明の特徴は、前記混練機によって得られた前記第2混練物は流動化剤を含んでおり、前記混練機によって得られた前記第1混練物は流動化剤を含んでいないことにある。

【0012】本発明の他の目的を達成する請求項6の発明の特徴は、前記流動化剤は、無機流動化剤または界面活性剤系の流動化剤であることにある。

【0013】本発明の他の目的を達成する請求項7の発明の特徴は、前記混練機内の前記第1または第2混練物を前記固化容器に充填するに際し、前記固化容器内に注入された混練物の液面を検出し、この液面が所定値になったときの前記固化容器の重量を検出し、検出された重量に基づいて前記混練機内に残留している前記混練物の量を求めることにある。

【0014】

【作用】少なくとも水硬性固化材、水及び放射性廃棄物の3つの物質を混練機内で混練して得られた第1混練物、及び放射性廃棄物を除く少なくとも水硬性固化材及び水の2つの物質を前記混練機内で混練して得られた第2混練物を、同じ混練機内で得ることができるので、放射性固化処理設備をコンパクトにすることができる。従って、放射性固化処理設備が占有する設置面積を減少できる。

【0015】第2混練物の流動性が第1混練物のそれよりも高いので、固化容器内に充填された放射性廃棄物間への浸透が良好に行える。このため、固化容器内に予め放射性廃棄物を充填した場合に対して得られる固化体は空隙が著しく少ない均一なものとなる。逆に、放射性廃棄物を含む第1混練物の流動性が第2混練物のそれよりも低いので、固化体内で放射性廃棄物が一部の領域、特に上部又は下部に偏在することを防止でき、均一な固化体を得ることができる。

【0016】第2混練物は流動化剤を含んでおり、第1混練物は第2混練物に含まれる流動化剤より少ない量の流動化剤を含んでいるので、それらの流動性の調整を容易に行うことができる。固化材が少なく固化体の強度が所定の強度に達しないなり、また逆に固化材が必要量よりも多くなると放射性廃棄物の固化容器内への充填量が減少する、いわゆる減容比が悪くなる。従って、固化材量の調整幅が少なく、第1及び第2混練物のそれぞれの流動性の調整が困難である。しかしながら、本発明は、放射性廃棄物と固化材の配合調整により流動性の調整を行う必要がなく、上記の流動性の調整を容易に行うことができる。

【0017】第2混練物は流動化剤を含んでおり第1混練物は流動化剤を含んでいないことによっても、同様な理由でそれらの流動性の調整を容易に行うことができ

る。

【0018】混練機内の第1または第2混練物を固化容器に充填するに際し、固化容器内に注入された混練物の液面を検出し、この液面が所定値になったときの固化容器の重量を検出し、検出された重量に基づいて混練機内に残留している混練物の量を求めるので、この残留量を考慮して新たに作成する混練物の量を定めることができる。このため、固化処理に伴って発生する二次放射性廃棄物の量を著しく減少できる。

【0019】発明者等は、混練固化と注入固化を単一の固化設備で可能とすることによって固化処理設備がコンパクトになり、固化処理設備が占有する設置面積の減少につながることに気が付いた。なお、混練固化とは、放射性廃棄物、水硬性固化材及び水を混練した後、この混練物を固化容器内に充填し固化するものである。他方、注入固化とは、予め放射性廃棄物を充填した固化容器内に水硬性固化材及び水を混練物を注入し、固化するものである。

【0020】放射性廃棄物はセメントなどの水硬性固化材により固化処理することで減容性を確保しつつ長期安定性に優れた固化体を得ることができる。固化処理に当たっては、液体あるいは粉末状の濃縮廃液、廃フラッシュ、焼却灰などに対してはいわゆる混練固化が必要であり、一方、金属配管などの雑固体に対してはいわゆる注入固化が必要となる。従って、単一の設備で混練固化と注入固化を可能とすることにより、原子力発電所等の放射性物質取扱い施設から発生するほとんど全ての放射性廃棄物を単一の設備で固化処理可能となり、固化処理装置の設置面積が減少し運転員の負担軽減が可能となる。

【0021】発明者等は、単一の固化処理設備による混練固化と注入固化を実施をより好ましいものにするためには、以下の3つの課題を解決することが望ましいことがわかった。以下に、それらの課題の内容と解決策の例を詳細について説明する。

【0022】第一の課題は、固化体の物性確保である。金属配管等の雑固体廃棄物を注入固化する場合には、雑固体廃棄物相互間の隙間の中まで固化材を浸透させる必要があるため、固化材には高い流動性が要求される。一方、混練固化の場合には、固化材に適度な流動性は必要なのものの、あまり流動性が高過ぎると均一な固化体を得られないとの問題を生じることを見出した。一例を以下に説明する。比重が約1の廃樹脂（使用済イソ交換樹脂）をセメントで混練固化する場合、比重が約2のセメントペーストの流動性が極度に高くなると、比重差により廃樹脂が固化体の上部に浮上り均一な固化体を得られない。同様の問題を生じる比重の軽い廃棄物としては、ほかに焼却灰などがある。また、比重が程度と高い金属粉などの場合は、セメントペーストの流動性が極度に高いと、廃樹脂とは逆に廃棄物が固化体の下部に沈降し、均一な固化体を得られない。このような廃棄物の浮

上や沈降を防止して均一な固化体を得るためには、セメントペーストの流動性はある値よりも低いことが望ましい。以上の説明のように、発明者等は、セメントペーストの流動性が注入固化では高い混練固化では低いことが望ましいとの結論に至った。しかし、セメントペーストの流動性を変化させるため、放射性廃棄物に応じてセメントの組成等を調整することは煩雑で実際的ではない。発明者等は、放射性廃棄物に応じてセメントの組成を変化させずとも、注入固化の場合にはセメントペースト等に適当な流動化剤を添加し、混練固化の場合には流動化剤を添加しないかあるいは添加量を減少させることで、全ての放射性廃棄物に対して均一で健全な固化体を作成できることを見出した。ここでいう流動化剤としては、球状の微粉末でスライディング効果のあるフライアッシュやシリカフューム（これらは無機流動化剤と呼ばれる）、界面活性剤の仲間である減水剤と呼ばれるリグニンスルホン酸カルシウムやナフタレンスルホン酸ホルムアルデヒドの高縮合物などがある。また、このような流動性の調整を設備的に実現するには、混練機に流動化剤供給タンクを接続すれば良い。

【0023】第二の課題は、固化容器に充填するセメントペースト量の制御に関連するものである。従来は固化の対象になる放射性廃棄物が限定されていたため、固化容器（通常は200リットルドラム缶）に充填すべき混練物の重量は予めわかっており、混練機で一回あたり混練すべき廃棄物、セメント、水等の配合も容易に計算可能であった。しかしながら、多種多様な放射性廃棄物を固化処理しようとした時には、混練物の比重が大きく変化するため、一回あたり混練すべき放射性廃棄物、セメント、水等のトータル重量等の最適値を事前に予測することが困難となる。すなわち、放射性廃棄物の比重が小さい場合には混練物の比重も小さくなるため、同じ重量の混練物を一度に作成して200リットルドラム缶に充填しようとする、混練物の容積が200リットルを超えてしまいドラム缶から溢れてしまう場合がある。逆に、放射性廃棄物の比重が大きい場合には混練物の比重も大きくなるため、混練物がドラム缶容積の半分以上しか充填されないといった非能率的なことが起こる可能性がある。

【0024】このような課題に対しては、混練機から固化容器に混練物を移送する際に、固化容器内の液面と重量の両者を監視することで解決が可能である。すなわち、本発明では、予め決められた割合で混練機にて放射性廃棄物、セメント、水等を混練するが、そのトータル重量は概略の予想値とせざるを得ない。そして、混練終了後、混練物はドラム缶に充填するが、混練物が固化容器から溢れないよう液面の監視を行う。液面が所定の値に達すると混練物の充填を停止するとともに、同時に監視しているドラム缶の重量増加から混練機内に残った混練物量を求める。次の混練作業では、残っている混練物

量を加味して、新たに投入すべき廃棄物やセメント量を決定することで、混練機内に過度の残留物が残らないよう（この残留物は最終的に二次廃棄物となる）、固化装置の運転を実施することが可能となる。このように、固化容器内の液面と重量の両者を監視することで、多種類の廃棄物を固化処理する場合でも、固化容器から混練物が溢れ出ることを防止でき、しかも、二次廃棄物の発生量を最小とすることが可能になる。

【0025】第三の課題には、多種類の廃棄物を単一の設備で固化処理する場合には、運転条件の設定等が複雑になる点が挙げられる。これに対しては、廃棄物の種類を指定すると必要な制御量が自動的に設定される運転制御盤を設けることにより、解決が可能である。その結果、運転員の負担を低減できるのみならず運転時の信頼性と安全性を向上できる。

【0026】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する

【0027】（実施例1）本発明の一実施例として沸騰水型原子力発電所から発生する放射性廃棄物を固化処理するのに好適な放射性廃棄物固化処理装置を図1及び図2を用いて説明する。

【0028】 Na_2SO_4 を主成分とする濃縮廃液1は濃縮廃液タンク2、粒状の使用済みイオン交換樹脂を主成分とする廃樹脂3はスラッジタンク4、焼却灰5は焼却灰タンク6に、それぞれ貯蔵されている。濃縮廃液タンク2は、バルブ7を有する配管40によって、混練機10に接続される。スラッジタンク4は、バルブ8を有する配管41によって、混練機10に接続される。脱水機11がバルブ8と混練機10の間で配管41に設けられる。焼却灰タンク6は、バルブ9を有する配管42によって、混練機10に接続される。

【0029】また、内部に水硬性固化材であるC種高炉セメントが充填された固化材タンク15は、配管43によって混練機10に接続される。バルブ44、計量容器12及びバルブ45が、この順に、固化材タンク15側より配管43に設けられる。内部に水が充填された水タンク16は、配管46によって混練機10に接続される。バルブ47、計量容器13及びバルブ48が、この順に、水タンク16側より配管46に設けられる。また、内部に流動化剤が充填された流動化剤供給タンク17は、配管49によって混練機10に接続される。バルブ50、計量容器14及びバルブ51が、この順に、流動化剤供給タンク17側より配管49に設けられる。計量容器12、13、14は、図示されていないが、重量計を有する。重量計は、計量容器内に充填された物質の重量を計測する。これらの重量計で測定された重量の測定値は、コントローラ52に入力される。

【0030】混練機10の詳細構造を図3により説明する。混練機10は、逆円錐形のケーシング18の内部にモータ19により直接駆動される混練羽根20が設けら

れている。モータ19は、ケーシング18の上部に設けられる。また、ナイフゲート弁21及びピンチバルブ22が混練機10の下部に接続される。ナイフゲート弁21及びピンチバルブ22は、それぞれモータ（図示せず）により駆動される。固化容器として使用する内容積が約200リットルのドラム缶23は、コンベア等の移送手段を用いて、必要に応じて雑固体供給エリア24を介して混練機10の下部にセットされるようになっている。

【0031】また、バルブ7、8、9、44、45、4*10

表 1

廃棄物と固化材の配合例

対象廃棄物	配 合 (kg)			
	廃棄物	固化材	水	流動化剤
濃縮廃液	150	230	0	0
廃樹脂	100	130	55	0
焼却灰	100	150	80	0
金属配管	300	170	70	1

注) 固化材: C種高炉セメント

【0033】操作盤25は、図示されていないが固化処理を行う放射性物質の選択スイッチ、スタートボタン及び停止ボタンを有する。選択スイッチは、回転スイッチであり、OFF、濃縮廃液、廃樹脂、焼却灰及び金属配管等を選択できる。また、操作盤25は、表示装置（図示せず）を有する。

【0034】濃縮廃液、廃樹脂及び焼却灰は、混練固化処理がなされる。本実施例の固化処理装置を用いた混練30 固化処理を、廃樹脂を例にとつて説明する。

【0035】運転員は、操作盤25の選択スイッチをOFFの状態から廃樹脂に切り替え、その後、スタートボタンを押した。スタートボタンを押す前は、全てのバルブが閉の状態になっている。コントローラ52は、スタートボタンを押すことによって発生したスタート信号を受けてまずバルブ8を開く。スランジタンク4内の固形分濃度約5%の廃樹脂3が脱水機11に送られる。ここで、廃樹脂3は含水率約50%にまで遠心脱水される。脱水済みの廃樹脂量が100kgになった時点でバルブ840 は閉となる。これは、脱水機11に設けられた重量計により測定された廃樹脂3の重量の測定値がコントローラ52に入力され、設定値である100kgに達したときコントローラ52がバルブ8を閉じる。

【0036】コントローラ52は、メモリに記憶した表1の情報により廃樹脂と混合すべき物質を選択し該当するバルブを操作する。今回の場合、混合すべき物質は固化材及び水である。コントローラ52は、バルブ44及び47を開く。C種高炉セメントが計量容器12内に、及び水が計量容器13内に導かれる。各計量容器に設け50

* 7、48、50、51、モータ19、及びナイフゲート弁21及びピンチバルブ22をそれぞれ駆動する各モータは、コントローラ52により制御される。コントローラ52は、そのメモリ（図示せず）に、表1に一例として示すような各放射性物質の所定重量に対して混合する固化材、水及び流動化剤の重量を設定値として記憶する。

【0032】

【表1】

られた重量計による測定値が前者で130kg、後者で55kgになったときコントローラ52はバルブ44、47を閉じる。これらのバルブの閉鎖は、同時ではない。次に、コントローラ52はバルブ45、48を開き、混練機10のモータ19を駆動させる。混練機10内に供給されたC種高炉セメント及び水は、混練羽根20の回転により混練される。このようにして、混練固化に対する固化材ペーストが準備される。その後、脱水機11で得られた脱水済みの廃樹脂100kgが、混練機10内の固化材ペースト中に投入される。再び、混練羽根20で5分間混練し最終的な混練物を得る。この混練時においても、モータ19はコントローラ52により制御される。この間、ナイフゲート弁21及びピンチバルブ22は閉じていたが、混練の終了を知らせるコントローラ52からの制御信号を受け、口径がいずれも15cmのナイフゲート弁21及びピンチバルブ22は全開となる。この結果、混練機10内の混練物はすべてドラム缶23に排出される。その後、ナイフゲート弁21及びピンチバルブ22は、コントローラ52による制御により閉じる。これによって、固化処理作業が終了する。ただし、混練物排出の間もその排出をスムーズに行うため、混練羽根20の回転は継続される。また、混練機10で得られた混練物の粘度は相当に高いものであるが（約100ポアズ）、ナイフゲート弁21及びピンチバルブ22を含めた配管の口径は15cmと大きいので、混練物排出時の閉塞や固着は起こらない。このような制御により、固化処理装置から計測された情報及びコントローラ52に作成された情報は、操作盤25の表示装置に表示される。

【0037】なお、混練物を密封されたドラム缶23は、図示していないドラム缶密封装置により上端部を蓋で密封される。このドラム缶23は貯蔵場所まで移送される。以上説明した廃樹脂3のほかにも、濃縮廃液1及び焼却灰5も同様に混練固化することができる。濃縮廃液1及び焼却灰5の固化処理は、廃樹脂の場合と基本的に同じであるためその説明を省略する。この場合にも操作盤25にて放射性廃棄物の種類を指定すれば、混練機10に供給すべき廃棄物、固化材、水の量が自動的に決定され、必要なバルブの開閉動作や混練羽根の回転が行われ廃棄物固化体が作成される。表1に示された放射性廃棄物、固化材、及び水の配合割合は必ずしも固定されているわけではなく、固化材の種類、最終的に必要とする固化体の物性等に応じて変化する。

【0038】以上では、放射性廃棄物を水硬性固化材と混練固化する場合について述べたが、次に同じ放射性固化処理装置を用いた放射性雑固体廃棄物を例に注入固化について説明する。

【0039】雑固体供給ホリヤ24において予め金属配管約300kgがドラム缶23に充填される。この後、このドラム缶23は、コンベアによって移送され混練機10の下部にセメントされる。この状態で、操作盤25の選択スイッチを廃樹脂から雑固体に切り替え、スタートボタンを押す。このスタート信号を入力したコントローラ52は、記憶している表1の情報に基づいて、バルブ44、47、50を開く。C種高炉セメント、水及び流動化剤供給タンク17内の減水剤（ナフタリンスルホン酸ホルムアルデヒドの高縮合物）がそれぞれ該当する計量容器内に供給される。計量容器12、13、14にそれぞれ設けられた重量計は、重量の測定値をコントローラ52に伝える。コントローラ52は、各物質の測定値が表1に示した設定値に達した時点で、該当するバルブ45、48、51をそれぞれ閉じる。これらのバルブが閉じられたとき、計量容器12内には170kgのC種高炉セメントが、計量容器13内には70kgの水、計量容器14内には1kgの流動化剤である減水剤が存在する。

【0040】コントローラ52がバルブ45、48、51を開いたとき、これらの物質は混練機10内に供給される。コントローラ52はバルブ45、48、51の開と同時にモータ19を駆動させる。これらの物質は、混練羽根20によって3分間混練され、粘度が5ポアズと低い流動性に優れた固化材ペーストになる。この間、サイフゲート弁21及びピンチバルブ22は閉じている。混練終了後、混練羽根20の回転を継続した状態で、コントローラ52はサイフゲート弁21を全開とし、口径15cmのピンチバルブ22を流路面積が5cm²となるように部分的に開く。この結果、混練機10内の固化材ペーストは、約20kg/分の割合で、予め金属配管を充填しているドラム缶23内に注入される。このドラム缶23は、蓋により密封された後、貯蔵場所まで移送され

る。このようにして、金属配管を含む放射性雑固体の固化体が作成される。固化材ペーストの注入終了後、サイフゲート弁21及びピンチバルブ22がコントローラ52によって閉鎖される。ここで、金属配管の固化処理作業が終了する。

【0041】上記金属配管を固化するために得られた固化材ペーストは粘度が5ポアズと低い流動性に優れている。従って、固化材ペーストを混練機10より排出する際には、ピンチバルブ22の開度を全開にすると固化材ペーストの注入速度が早過ぎるために固化材ペーストがドラム缶23から溢れる場合がある。しかし、本実施例では上記のようにコントローラ52によってピンチバルブ22の開度が調節されるので、このような問題は発生しない。

【0042】以上、本実施例によれば、多種多様の放射性廃棄物を同一の設備で固化処理することができる利点がある。このため、放射性物質固化処理設備の設置面積が減少する。また、本実施例は、混練固化及び注入固化を別々の装置で行う場合に比べて、運転員の負担を著しく軽減する。

【0043】また、以上の方法で作成した固化体を切断して健全性を調べたところ、廃樹脂固化体については固化体上部への廃樹脂浮上等の問題がなく、また雑固体固化体については固化体の中心部にまで固化材が均一に浸透しており有害な空隙は見当らなかった。比較例として、廃樹脂を混練固化する場合に前記の条件のもとで、流動化剤供給タンク17の減水剤（ナフタリンスルホン酸ホルムアルデヒドの高縮合物）1kgを添加したところ、混練物の粘度が10ポアズ以下と流動性が高まり、比重の軽い廃樹脂が固化体上部に浮上する現象が見られ、固化体の健全性に問題を生じた。また、金属配管雑固体を注入固化する際に、前記の条件のもとで減水剤の添加のみを省略したところ、混練物の粘度が150ポアズと流動性が著しく低下し、固化体の中心部にまで固化材が均一に浸透せず多量の空隙を生じるとの問題を生じた。このように、混練固化では流動化剤を添加せず、また注入固化では流動化剤を添加することにより、放射性物質に対応させて固化材の配合量を調節する際の煩雑さを避けて、多種類の放射性廃棄物を単一の固化設備で処理でき、均一で健全な固化体を得ることができた。

【0044】なお、本実施例では混練固化の対象廃棄物として濃縮廃液、廃フラックス、焼却灰を示したが、ほかにも細断した保温材（グラスウール）、コークリート、クラフトスラリーなども同様に固化処理できる。また注入固化の対象廃棄物として金属配管を示したが、ほかにも濃縮廃液や廃樹脂のペースト、高圧プレスにより圧縮減容したプレス塊なども同様に固化処理できる。また、本実施例では固化材としてC種高炉セメントを用いたが、水硬性固化材であればどのようなものでも良く、普通ポルトランドセメント、繊維強化セメント、セメント

ガラスなどが使用できる。

【0045】本実施例は、放射性廃棄物を含まない第2混練物は流動化剤を含んでおり、放射性廃棄物を含む第1混練物は第2混練物に含まれる流動化剤よりも少ない量の流動化剤を含んでいるので、それらの流動性の調整を容易に行うことができる。固化材が少ないと固化体の強度が所定の強度に達しなくなり、また逆に固化材が必要量よりも多くなると放射性廃棄物の固化容器内への充填量が減少する、いわゆる減容比が悪くなる。従って、固化材量の調整幅が少なく、第1及び第2混練物のそれ10
ぞれの流動性の調整が困難である。しかしながら、本実施例は、放射性廃棄物と固化材の配合調整により流動性の調整を行う必要がなくなり、上記の流動性の調整を容易に行うことができる。

【0046】（実施例2）本発明の他の実施例である放射性固化処理装置を図3及び図4に示す。本実施例では、濃縮廃液または廃樹脂から得られたペレットを混練固化により、雑固体のプレス塊等を注入固化により固化処理する場合について、運転制御を中心に説明する。

【0047】実施例1と同じ構成は同一の符号を付し20
た。実施例と異なる構成について説明する。配管43、46、49は、混練機10Aに接続される。濃縮廃液または廃樹脂を薄膜蒸発乾燥機（図示せず）により粉末化した後に造粒した容積約15ccのアーモンド状のペレット26を貯蔵するペレットタンク27は、配管53によって、スクリーフイーダ29に接続される。バルブ28が、配管53に設けられる。54はスクリーフイーダ29内の回転スクリーフを駆動するモータである。スクリーフイーダ29の出口は、配管55によって混練機10Aに接続される。計量容器30及びバルブ3430
が、配管55に設けられる。固化材タンク15は、内部に、炭素遷移2重量%を含む普通ポルトランドセメントを成分とする繊維強化セメントを充填している。流動化剤供給タンク17は、内部に無機流動化剤（真球状のシリカフェーム）を充填している。

【0048】混練機10Aは、図4に示すように、ケーシング18A内に回転軸57を設け、3枚の混練羽根20をアーム58によって回転軸57に取り付けている。モータ19は、ケーシング18Aの外側に配置される。ハルト31が、モータ19のシャフトと回転軸57に取り付けられる。混練物排出用のフライト式のシャッター33（空開にすると開閉部の断面積は300cm²）が、ケーシング18Aの底部に設けられる。

【0049】コントローラ52Aは、計量容器12、13、14、30に設けられた重量計で計測された重量、レーザ式の液面計35で測定された液面、及び重量計37で計測された重量を入力する。コントローラ52Aは、バルブ28、34、44、45、47、48、50及び51の開閉、モータ19及び54の駆動、シャッター33の開閉、及び加振機36の起動停止の各制御を行50

う。コントローラ52Aのメモリ（図示せず）は、実施例1の表1に記載された各放射性廃棄物に対する固化材、水及び流動化剤の配合比率以外に、ペレット300kgに対する上記繊維強化セメント200kg、水100kg及び流動化剤0kgの配合比率、及び雑固体のプレス塊（高圧プレスにより約1000ト）で圧縮減容された直径約4.5cm、高さ約20cmの金属配管と保温材を主成分とする雑固体）3個に対する上記繊維強化セメント400kg、水200kg及び流動化剤である真球状のシリカフェーム20kgの配合比率を設定値として記憶する。

【0050】まず、ペレットの固化処理について説明する。運転員が、操作盤25の選択スイッチをペレットに設定しスタートボタンを押す。この操作によって発生するスタート信号が、コントローラ52Aに入力される。コントローラ52Aは、バルブ28を開くとともにモータ54を起動させる。回転されるスクリーフイーダ29が、ペレットタンク27内のペレット26を計量容器30内に移送する。計量容器30に設けられた重量計（ロードセル）の測定値が300kgになったとき、コントローラ52Aは、バルブ28を閉じるとともにモータ54を停止させる。計量容器30内には、300kgのペレット26が存在する。

【0051】その間に、コントローラ52Aは、メモリに記憶している混練物を得るための配合比の情報に基づいて、ペレットを含む混練物の作成に必要な物質を選択する。この混練物には、固化材及び水を必要とする。このため、コントローラ52Aは、バルブ44及び47の開閉信号を該当するバルブに対して出力する。バルブ44及び47が開けられる。計量容器12内に繊維強化セメントが、計量容器13内に水が供給される。コントローラ52Aは、計量容器12及び13の各重量計から繊維強化セメント200kg、水100kgの測定値を入力したとき、バルブ44及び47を閉じ、その後、バルブ45、48を開き制御を行う。前述の繊維強化セメント200kg及び水100kgが、混練機10Aのケーシング18A内に供給される。これらの供給前に、コントローラ52Aは、モータ19を駆動させる。混練羽根20の回転によって繊維強化セメント及び水が混練され、固化材ペーストが混練機10A内で準備される。コントローラ52Aは、固化材ペーストの混練時間が2分を経過した時点でバルブ34を開き、計量容器30内の空計量済みのペレット300kgが、混練機10A内に供給される。その後、コントローラ52Aの制御によって更に2分間混練が継続される。コントローラ52Aは、混練羽根20の回転を継続しながら、シャッター33を100cm²だけ開くように制御する。この結果、ペレットを含む混練機10A内の混練物は、流量約40kg/分、シャッター33の下方に配置されたドラム缶23内に注入される。混練物を注入する間、加振機36による振動がドラム缶23に加えられる。これは、混練物の粘度が高いこ

とに起因する固化体内部での空隙の発生を防止するためである。加振機36による加振の開始及び停止は、コントローラ52Aによって制御される。

【0052】ドラム缶23内に充填される混練物の量は、レーザ式の液面計35で計測される。コントローラ52Aは、液面計35で計測されたドラム缶23内の混練物の液面が、混練物の充填量がドラム缶容積の約80%を占める場合に相当するレベルに達したと判定したとき、シャッター33を閉じる。その後、ドラム缶23を蓋で密封することによって、1本目の固化体の作製が終了する。また、この時にドラム缶23に排出・充填された混練物の重量は450kgであることが、重量計37により計測される。この計測値はコントローラ52Aに入力される。以上のようにして得られた固化体は、貯蔵場所まで移送される。新たな空のドラム缶23が混練機10の下方に再びセットされる。

【0053】1本目の固化体を作製する際にドラム缶23が密封された時点で、混練機10内に150kgの混練物が残っていることが、重量計37の計測値に基づいたコントローラ52A内の演算手段による演算によって求められる（作成した混練物600kgに対し、ドラム缶への排出量が450kgであるため）。その演算手段は、次の固化処理でも重量計37で計測された450kgの混練物がドラム缶23に充填されると仮定し、また混練機10内には150kgの混練物が残っていることから、新たに作成すべき混練物の量がそれらの差に相当する300kg（配分比はバレット150kg、セメント100kg、水50kg）であると計算により求める。この配分比は、メモリに記憶された上記配分比に基づいて求められる。

【0054】2本目の固化体は、1本目の固化体の作製後に混練機10内に残留している混練物、及び新たに混練機10内で作られた混練物を用いて作製される。まず、コントローラ52Aの制御によってシャッター33を前述と同様に開き、混練機10内に残留している混練物を混練機10下方に配置したドラム缶23内に充填される。新たな混練物は、1本目のそれと同様に、コントローラ52Aによる制御によって作成される。その際、コントローラ52Aは、演算手段が求めたバレット150kg、セメント100kg及び水50kgの混練物を得るように放射性廃棄物固化処理装置を制御する。新たに作成された混練物は、混練機10の下方に配置され混練機10内に残留していた混練物を充填しているドラム缶23内に充填される。このとき、液面計35及び重量計37の測定値がコントローラ52Aに伝送され、演算手段は混練物排出後の混練機10内の混練物の残留物量は5kgであることを演算により求めた。

【0055】以上でその日の固化処理を終了し、混練機10の洗浄作業を行ったが、混練機10内の残留物が5kgと少ないため、二次廃棄物の発生量をわずかな量に抑えることができた。これに対し、2本目の固化体を作

製する第2バッチ目の固化処理において第1バッチと同じ配合（バレット300kg、セメント200kg、水100kg）を行っていたならば、300kg以上もの混練物が固化処理後に残ったことになる。すなわち、固化容器内の液面監視及び重量監視を同時に実施することによって、混練物がドラム缶23から溢れるトラブルを防止できるとともに、固化処理に伴う二次放射性廃棄物の発生量を著しく低減することができる。

【0056】次に、雑固体のプレス塊等を注入固化により固化処理する場合について説明する。高圧プレスにより約1000tで圧縮減容された直径約45cm、高さ約20cmの金属配管と保温材を主成分とする雑固体のプレス塊3個が雑固体供給エリア24にて1本のドラム缶23内に収納される。

【0057】運転員が操作盤25の選択スイッチを雑固体に設定しスタートボタンを押す。スタート信号がコントローラ52Aに入力される。コントローラ52Aは、前述したバレットの場合と同様に放射性物質固化処理装置を制御する。これによって、雑固体の固化体を得ることができる。バレットの固化体を得る場合と異なる点を中心に説明する。

【0058】コントローラ52Aは、メモリに記憶している混練物を得るための配合比の情報に基づいて、上記雑固体を固化する場合に必要な物質、すなわち固化材、水及び流動化剤を選択する。これらの物質を各計量容器に導くために、コントローラ52Aは、バルブ44、47及び50を開き制御を行う。これによって、計量容器12内に繊維強化セメントが、計量容器13内に水が、計量容器14内に真球状のシリカフュームが供給される。コントローラ52Aは、計量容器12、13及び14の各重量計から入力した繊維強化セメント、水及び真球状のシリカフュームの測定重量がメモリに記憶されている配合比の設定値である繊維強化セメント400kg、水200kg及び真球状のシリカフューム20kgに達したとき、バルブ44、47及び50を閉じ、その後、バルブ45、48、51を開き制御を行う。前述の繊維強化セメント400kg、水200kg及び真球状のシリカフューム20kgが、混練機10Aのケーシング18A内に供給され、混練羽根20の回転によって混練される。このため、固化材ペーストが混練機10A内で準備される。

【0059】雑固体のプレス塊3個が収納されたドラム缶23が混練機10の下方にセットされている。コントローラ52Aは、固化材ペーストの混練時間が2分を経過した時点で、シャッター33の開口部断面積が2cm²となるようにシャッター33を開ける制御を行う。固化材ペーストは放射性廃棄物を含まないため極めて流動性が高い（粘度5ポアズ以下）、シャッター33をわずかに2cm²になるように開くだけで、固化材ペーストは約10kg/分の割合で雑固体のプレス塊3個を収納したドラム缶23内に注入される。この際、ドラム缶23とその

プレブ塊の隙間はもちろん、プレブ塊の内部にまで固化材ペーストを浸透させるため、固化材ペーストの注入速度を低く抑えると同時に、ドラム缶23には加振機36により強力な振動を加える。約8分後、固化材ペーストの液面がドラム缶上端から5cm下がったレベルに達する。コントローラ52Aは、液面計35の測定信号に基づいてドラム缶上端から5cm下がったレベルまで固化材ペーストが達したと判定したとき、シャッター33を閉してドラム缶23内への固化材ペーストの供給を停止する。ドラム缶23の上端は、蓋により密封される。これによって、1バッチ目の固化処理が終了する。ドラム缶23内に注入された混練物（固化材ペースト）量は170kgである。プレートの場合と同様に、コントローラ52A内の演算手段は、重量計37によって計測されたドラム缶23内の固化材ペーストの重量170kgを入力し、混練機10A内に残留する固化材ペーストの重量を求める。この重量は、450kgである。

【0060】次に、混練機10A内に残った固化材ペーストを用いて、プレブ処理していない金属配管350kgが予め充填された新たなドラム缶23に対して注入固化を実施した。その結果、重量計37の信号から第2バッチ終了後にも約190kgの混練物が混練機10A内に残っていることがわかった。このため、第3バッチとして、第1バッチと同様のプレブ塊の固化処理を行ったところ、混練機10A内の最終的な固化材ペーストの残留量は10kgとなったので、これは二次廃棄物として処理し、一連の固化処理を終了した。

【0061】以上のように、本実施例は、固化容器内の液面と重量を同時に監視することで、固化容器内に排出・充填すべき混練物量を適切に制御でき混練物が固化容器から溢れるなどのトラブルを防止できると同時に、二次廃棄物の発生量を最低限に抑ええるよう固化材の配合などの運転条件を適切に管理できる。特に、後者の運転条件の管理は、比重や形状が異なる多種類の廃棄物を単一設備で固化処理しようとした時に必然的に生じる課題であり、固化体の重量測定にかえ混練機内容物の重量測定によっても実施することが可能である。なお、本実施例でも実施例1と同様、注入固化の場合のみ流動化剤を添加したが、これにより、プレートと難固体いずれの廃棄物も健全に固化処理できた。本実施例は、実施例1と

【0062】また本実施例では、プレート26は混練固化により処理したが、容積が約15ccと比較的大きな粒状物質であるため、難固体廃棄物と同様に、この濃縮廃液プレート26を予めドラム缶23内に充填しておき、そのあと混練機10から固化材ペーストを注入するいわゆる注入固化を行うことも可能である。一方、本実施例では難固体廃棄物は注入固化したが、保温材やゴム手袋などの難固体に対しては、これらを予め細断しておき混練固化することも可能である。すなわち、混練固化と注

入固化の使い分けは廃棄物の種類により決まるのではなく、形状などの廃棄物性状で適宜判断すれば良い。また、特公平4-50558号公報に示されるような焼却灰の溶融体、あるいは保温材やゴム手袋や金属等を溶融処理した溶融体についても同様に注入固化により処理できることは当然である。

【0063】（実施例3）以上で示した実施例からも明らかなように、放射性廃棄物の種類に応じた固化処理の処理手順をコントローラ52Aのメモリに記憶させておき、この処理手順に基づいたコントローラ52Aによる制御を放射性物質固化処理装置に対して行えば、運転員の負担を軽減できるのみでなく、ヒューマンエラーに起因するバルブ切り替えミス等のトラブルも回避できる。これを以下に詳細に説明するため、図3に示す放射性物質固化処理装置は、コントローラ52Aのメモリに図6に示す処理手順を記憶する。

【0064】まず、固化処理の対象となる放射性廃棄物の種類が選択スイッチにより設定されたとき、指定された放射性廃棄物の種類がコントローラ52Aに入力される（ステップ60）。この入力された情報に基づいて、放射性廃棄物、固化材、水、流動化剤等の配合量、並びにバルブ及び混練羽根などの運転シーケンスが予め記憶された運転パターンをもとに決定される（ステップ61）。次に、この運転シーケンスにしたがい混練機10A内で混練物が作成される（ステップ62）。混練が終了すると混練物はドラム缶23内に排出される（ステップ63）。混練物のドラム缶23内への排出量は液面監視装置及び重量監視装置によりモニターされており、混練物がドラム缶23から溢れるのを防止すると同時に、排出終了後には混練機10A内に残留した混練物量が計算される。混練物量が規定値（通常はもう1バッチ固化体を作成できる量）以上であれば新たなドラム缶23を混練機10Aの下方にセットし（ステップ65）、混練物の排出を継続する。また規定値以下の場合は固化処理を継続することも可能であるが、洗浄等の後処理を実施して固化処理を終了することもできる。固化処理を継続する場合には、通常、混練機10A内に残留している混練物量等を考慮して、新たな配合量（廃棄物、固化材、水、流動化剤等の重量）を決定する。これにより、実施例2でも説明したように、二次廃棄物の発生量を最低限に抑ええることが可能となる。

【0065】また、図6では、最初に固化処理の対象廃棄物のみを指定したが、同時に対象廃棄物の処理量を指定することも可能である。この場合には指定された廃棄物処理量にしたがい、予め1バッチ当たりの廃棄物、固化材等の配合量を求め、処理終了までのバッチ数も計算しておく。そして、第1バッチが終了した時点で、混練機内の残留物量等から、必要に応じ、第2バッチの配合量をより修正する。具体的には、残留物量が多い場合には第2バッチでの配合量を減らすことが適当である。ま

た液面監視装置のデータにより、第1バッチで作成した混練物量が少なく固化容器に十分な量の混練物が充填されていないことが検出された場合には、次のバッチの配合量を増やすようにすればよい。なお、その後のバッチについても、基本的に同様である。

【0066】本実施例は、実施例2と同じ効果を得ることができる。

【0067】(実施例4) 実施例1及び2は、いずれも単一の固化材を用いて多種類の放射性廃棄物を固化処理するものである。しかし、例えば雑固体を固化処理する際には特願平4-249937号公報に示されるようなアルカリ度の低いセメントが特に望ましく、廃ガラスを固化処理する際には特願平2-322866号公報に示されるような核種吸着性の繊維を添加したセメントが特に望ましく、またペレットに対しては特願昭56-80972号に示されるようなケイ酸アルカリ系の水硬性固化材が特に望ましい。したがって、複数の固化材タンクを設けておき固化処理対象の放射性廃棄物に応じて最も望ましい固化材を選択して混練機に供給するようにすれば、得られる固化体の物性をさらに向上することが可能となる。

【0068】このように複数の固化材タンクを設けた場合には、最初に操作盤25で対象廃棄物を指定した際には、どの固化材タンクの固化材を混練機に供給するかを予め計算機に記憶しておき、それにしたがったバルブ等の運転シーケンスを決定するようコントローラのアルゴリズムを改良すればよい。

【0069】

【発明の効果】請求項1の本発明によれば、第1混練物及び第2混練物を同じ混練機内で得ることができ、放射性固化処理設備をコンパクトにすることができる。従って、放射性固化処理設備が占有する設置面積を減少できる。

【0070】請求項3及び4の発明によれば、固化容器内に充填された放射性廃棄物間への浸透が良好に行え、*

* 固化容器内に予め放射性廃棄物を充填した場合に対して得られる固化体は空隙が著しく少ない均一なものとなる。また、放射性廃棄物を含む第1混練物の固化体内で放射性廃棄物が一部の領域、特に上部又は下部に偏在することを防止でき、均一な固化体を得ることができる。

【0071】請求項5の発明によれば、放射性廃棄物と固化材の配合調整により流動性の調整を行う必要がなく、第1及び第2混練物の流動性の調整を容易に行うことができる。

【0072】請求項7の発明によれば、混練機内の混練物の残留量を考慮して新たに作成する混練物の量を決めることができる。このため、固化処理に伴って発生する二次放射性廃棄物の量を著しく減少できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例である放射性物質固化処理装置の構成図である。

【図2】図1に示す混練機の縦断面図である。

【図3】本発明の他の実施例である放射性物質固化処理装置の構成図である。

【図4】図3に示す混練機の構造図である。

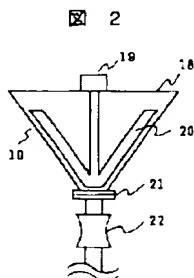
【図5】図4の混練機のケーシング部分の横断面図である。

【図6】本発明の他の実施例である放射性物質固化処理装置のコントローラが実行する処理手順の説明図である。

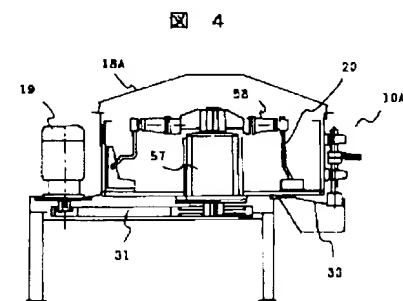
【符号の説明】

1…濃縮廃液、3…廃樹脂、5…焼却灰、10、10A…混練機、15…固化材タンク、16…水タンク、17…流動化剤供給タンク、20…混練羽根、21…ナイフゲート弁、22…ピンチバルブ、23…ドラム缶、24…雑固体供給エリア、25…操作盤、26…ペレット、30…計量器、33…シャッター、35…液面計、37…重量計、52、52A…コントローラ。

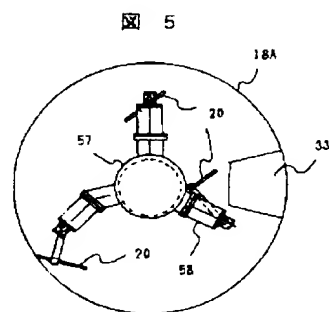
【図2】



【図4】

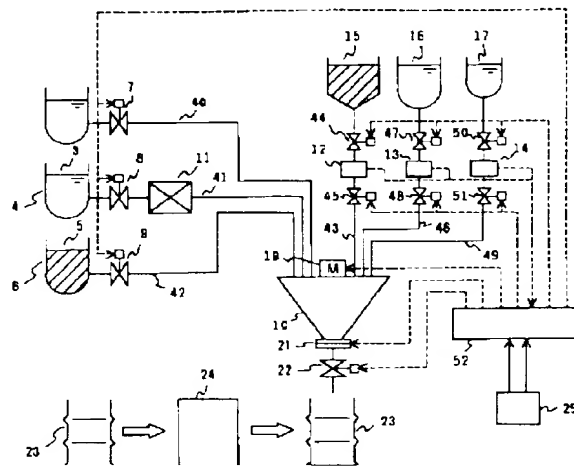


【図5】



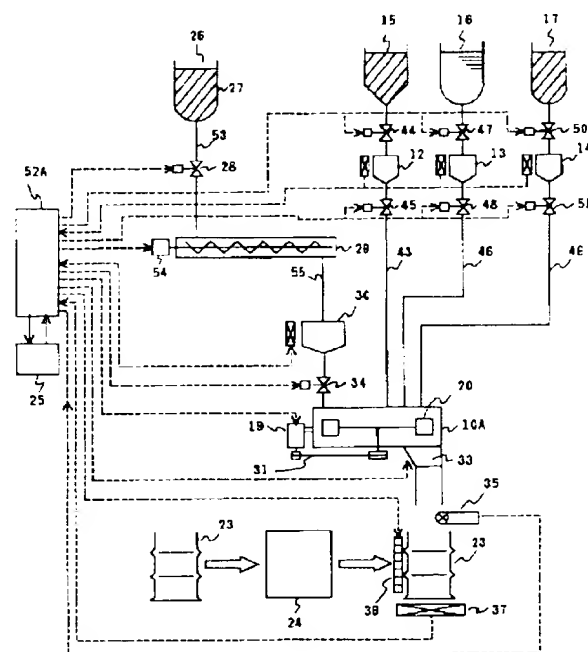
【図 1】

図 1



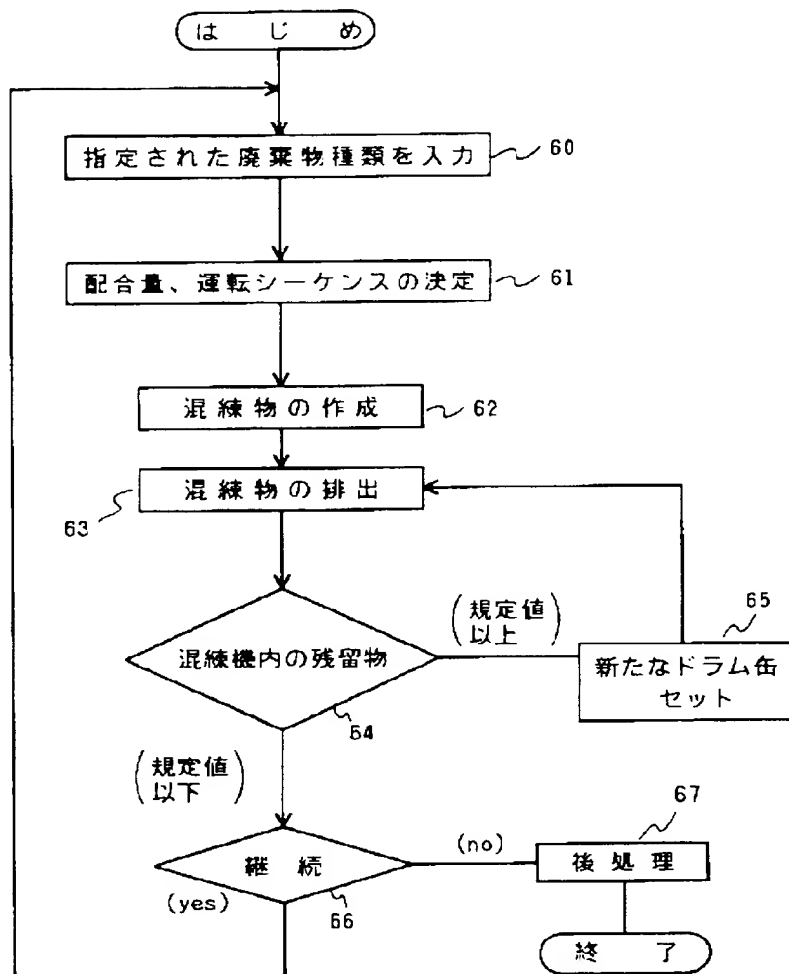
【図 3】

図 3



【図 6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 小森 至

茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株
式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 泉田 龍男

茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 大浦 正人

茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号 株式会
社日立製作所日立工場内